

Éveil scientifique en CM₂

Transmission du mouvement (*)

LA MAQUETTE, ETAPE DU RAISONNEMENT

par M^{me} CHAUDONNERET,
Ecole Normale, Dijon.

Compte rendu rédigé pour être utilisé en formation initiale et continuée des Instituteurs.

I. BUT DES ACTIVITES D'EVEIL ET DEMARCHE PRECONISEE.

Nous rappelons tout d'abord les instructions officielles.

But.

« ... continuer à développer chez l'enfant une attitude scientifique qui suppose curiosité et créativité, esprit critique et souci d'objectivité et de rigueur »...

« ... aider l'enfant à se donner les moyens d'organiser peu à peu, à partir de problèmes issus de son environnement immédiat, un ensemble de compétences et un système de connaissances qui lui permettront de comprendre progressivement le monde dans lequel il vit »...

Démarche préconisée.

« La démarche pédagogique s'organise le plus possible à partir des réactions spontanées ou suscitées des enfants, aux sollicitations de leur environnement... »

Elle fera donc une large place à la recherche active des enfants...

C'est par des démarches d'exploration, d'analyse, d'invention, de construction... qu'on s'efforcera d'apporter des réponses aux problèmes issus de leur environnement immédiat »...

(*) N.D.L.R. : Transmission du mouvement, mais aussi travail, puissance... Ces notions sont également au programme de troisième. Les professeurs du collège pourraient donc lire cet article avec profit pour savoir comment ces problèmes sont abordés en amont et peut-être y puiser certaines démarches et expériences utilisables en classe de troisième.

Ainsi conduites, les activités de physique-technologie ne sont pas, pour l'ensemble des travaux pouvant être effectués en CM, seulement un « à côté », d'utilité souvent jugée plus ou moins contestable, et longtemps contestée, mais un moyen privilégié pour *faire acquérir aux enfants une attitude transférable aussi dans d'autres disciplines.*

Elles pourront aussi aider le maître à réaliser l'unité de son enseignement à travers les diverses activités qui, « pour préparer techniquement et psychologiquement les élèves à suivre avec profit les enseignements plus spécialisés du Collège » sont conduites au CM de façon plus disciplinaire (ou moins pluridisciplinaire) qu'au C.E.

II. MOTIVATION. SITUATION DE DEPART : LES REACTIONS D'ENFANTS A PARTIR D'UN VECU COMMUN.

Il s'agit d'élèves de CM₂ qui, au cours du CM₁, ont abordé et résolu divers problèmes de transmission de mouvement (fonctionnement d'une crémone, du tableau pivotant, d'une voiture à pédales).

En début d'année, la classe participe à l'initiation pratique au Code de la Route sur l'ancienne piste d'éducation routière de Dijon. Ils disposent de bicyclettes, de voitures à pédales, et d'une piste qui ne permet que de courts déplacements.

Contestations des enfants après essais sur la piste.

Elsa : Avec un seul coup de pédale (vélo), j'étais déjà au feu rouge.

Elsa : A peine je m'élançais, il fallait déjà que je m'arrête.

Florian : Avec ma voiture à pédales c'était plus facile.

Pierre : Oui, mais en ligne droite elle t'a vite doublé.

Florian : C'est sûr. J'avais beau pédaler vite, ma voiture n'avancait pas.

.....

Comportement du maître.

Les enfants mis en compétition, ont pris conscience, sans être à même de les formuler nettement, de plusieurs problèmes : maniement plus ou moins aisé des engins dans une même situation, « cycliste » favorisé sur un parcours en ligne droite, « auto-pédaleur » sur un parcours sinueux.

Dans ce cas précis, le maître estime qu'une comparaison des divers développements possibles avec l'étude du dérailleur de bicyclette peut aider les enfants à préciser les problèmes rencontrés et leur permettre d'en trouver la réponse.

(Cf. I.O. : « Même si leurs activités amènent les enfants à se poser de nombreuses questions, ils se posent rarement de façon spontanée un problème, c'est-à-dire une question à résoudre par des démarches de caractère scientifique ».)

De retour en classe, le maître laisse les enfants « déballer » les diverses situations rencontrées, rappeler les résultats (échecs ou réussites vécues sur la piste routière), et leur demande de chercher à expliquer ces résultats. Des enfants proposent d'amener leurs bicyclettes en classe pour mieux reconsidérer les problèmes rencontrés.

III. LA RECHERCHE EN CLASSE, SES DIFFÉRENTES PHASES.

Plusieurs bicyclettes, avec ou sans dérailleur, sont apportées en classe.

1. Phase d'investigation libre.

Par groupes de 4 ou 5 les enfants observent librement les bicyclettes, les font fonctionner, retournées.



Le maître va de groupe en groupe, écoute les réflexions, recense au passage et note au tableau les « mots-pivots » qui aideront ensuite à centrer la recherche.

Un certain nombre de problèmes se dégagent...

2. **Peu à peu, leur formulation se précise ainsi** (après élimination de problèmes annexes).

- Pourquoi plusieurs roues avec dents (pignons) sur certaines bicyclettes, pas sur d'autres ?
- Pourquoi, avec les bicyclettes à dérailleur, il est plus facile de faire tourner les roues dans certaines situations que dans d'autres ?
- A quoi sert le dérailleur ? Comment l'utiliser ? Comment fonctionne-t-il ?

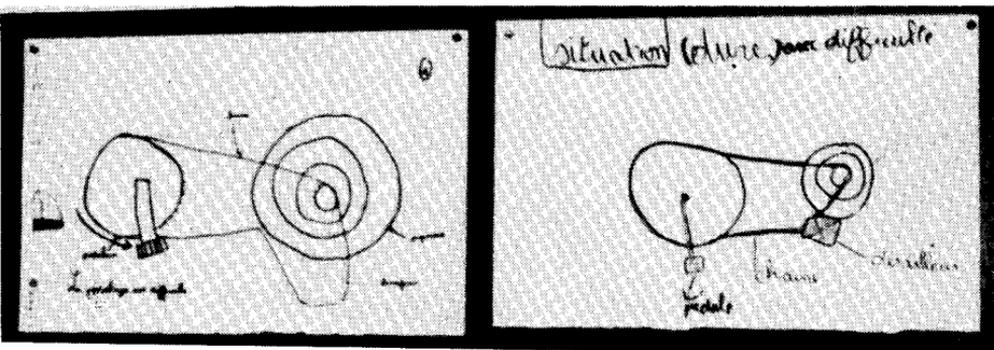
Par groupes, les enfants cherchent des réponses aux questions posées, et les traduisent (souvent après retour à l'observation directe), soit par un texte, soit par un dessin, soit par un schéma.

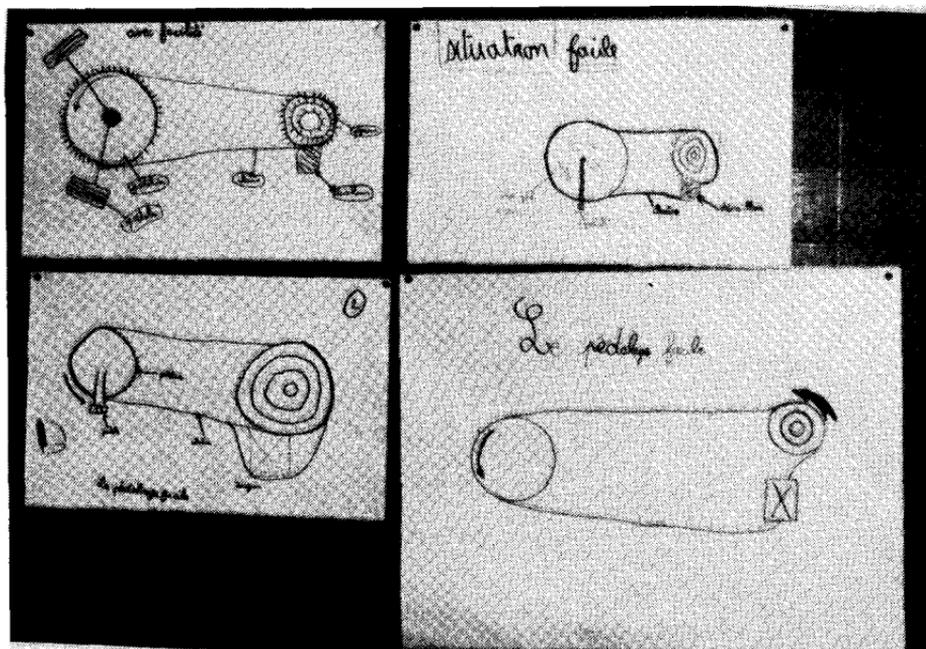
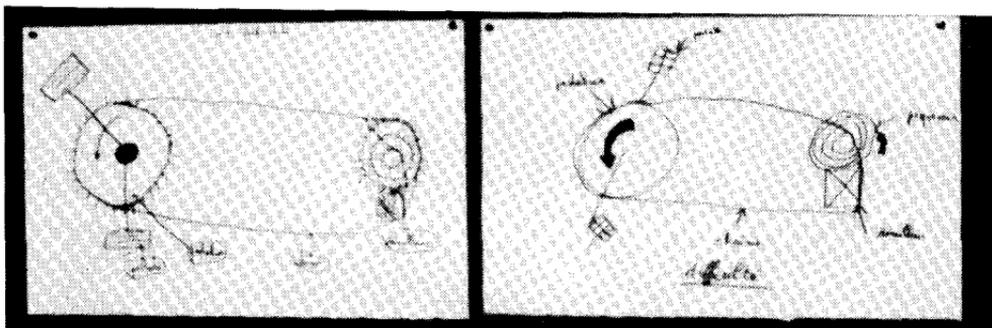
Les diverses propositions sont discutées en commun, le vocabulaire nécessaire est précisé au fur et à mesure des besoins.

Les enfants renoncent au texte écrit qui limite leurs moyens d'expression (...selon la position de la chaîne le pédalage est facile ou difficile...).

Par contre, les schémas ont permis d'isoler les éléments à considérer. (Déjà entraînés à l'étude de divers autres mécanismes, les enfants arrivent assez vite à sélectionner les éléments essentiels à la résolution des problèmes soulevés.) Toutefois, ils estiment que la seule représentation graphique n'apporte pas la réponse cherchée ; elle ne fait que traduire un constat, ce qu'ils appellent « situation dure », « situation facile ».

Les schémas se révélant aussi insuffisants pour répondre aux questions posées, les enfants décident de faire une maquette, lors de la prochaine séquence.

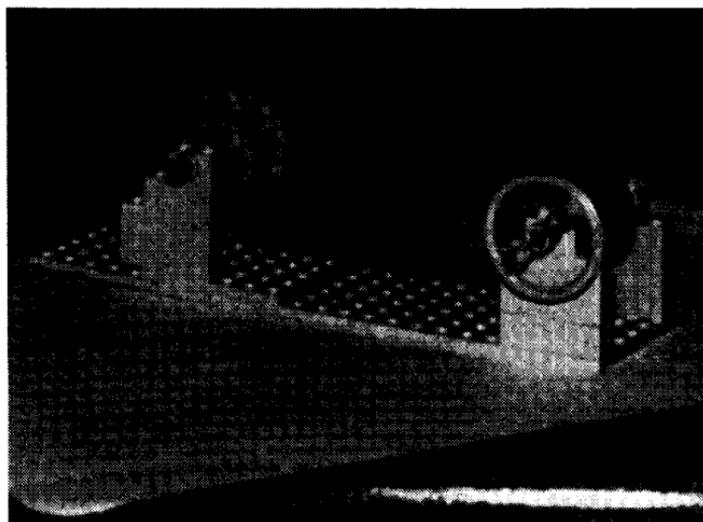
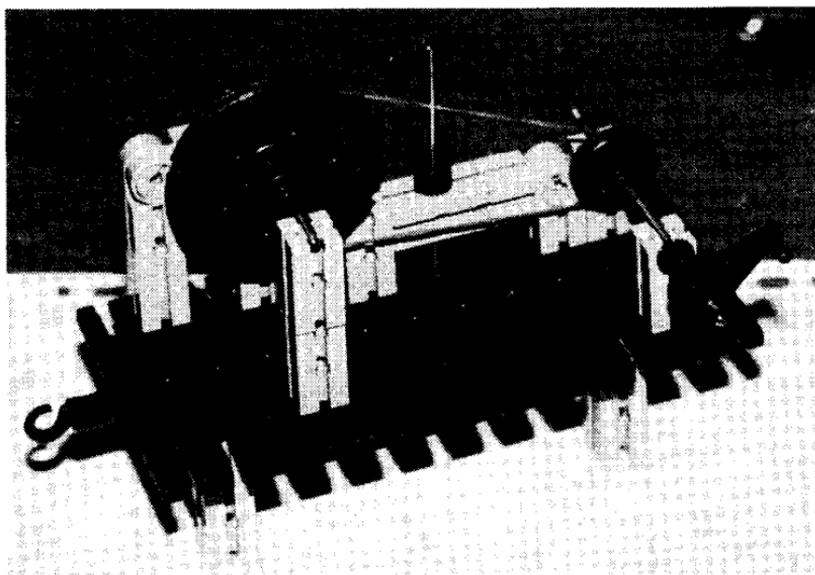




3. **La maquette** (moyen de recherche efficace pour comprendre le principe de fonctionnement d'un objet technique).

Des maquettes sont faites spontanément hors de la classe (surtout en légo, une en fischertechnik) et apportées par plusieurs enfants.

On les discute en classe ; elles sont imitatives mais non opérationnelles (pas de tendeur).



Le maître propose d'apporter des supports préparés en mecano qu'ils auront à compléter et animer.

Elaboration de la maquette en classe.

Les enfants disposent du support préparé en mecano pour les roues, de roues de diamètres différents, d'axes, de fil ou ficelle pour figurer la chaîne de longueur constante.

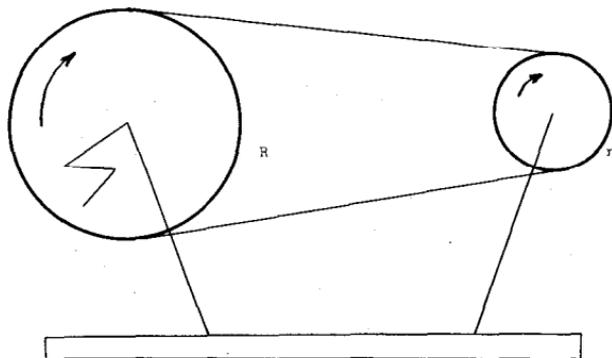
(Le maître a choisi de préparer à l'avance les structures de base pour limiter les problèmes annexes en particulier ceux liés à la stabilité du bâti.)

- a) « HABILLAGE » PUIS ANIMATION DES SUPPORTS, d'abord en utilisant seulement 2 roues de diamètres différents ; recherche par groupes.

Premier bilan global.

Il faut placer les roues dans un même plan vertical. Les enfants disent « roues alignées », le maître fait préciser même plan vertical (liaison avec la géométrie).

Le sens de rotation est le même pour les 2 roues, mais d'un groupe à l'autre on constate des différences dans les vitesses de rotation obtenues.



- Pour Florian : 1 tour de R correspondant à 4 tours de r ,
- Pour Jean : 1 tour de R correspond à 6 tours de r , la manivelle étant sur R.

Si on met la manivelle sur r : pour Florian, 1 tour de r correspond à $1/4$ de tour de R, etc.

Pour les enfants, faire tourner rapidement la roue arrière est la première préoccupation, et semble être le seul rôle du dérailleur, d'où leur première conclusion : « il faudrait avoir une très petite roue (pignon) avec un grand pédalier : pour peu de tours de pédales, la petite roue tournera beaucoup, j'irai vite »... Mais alors,

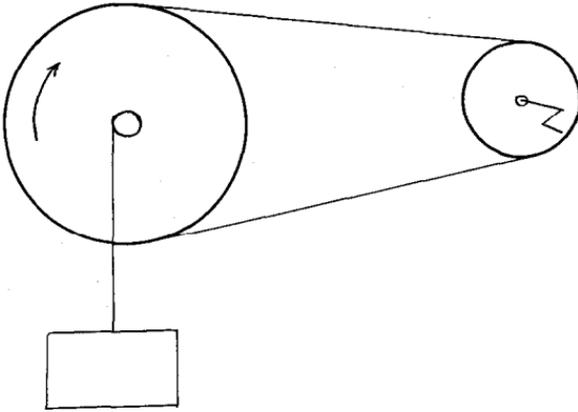
b) RETOUR A UNE INTERROGATION DU DÉBUT.

- Pourquoi plusieurs pignons ?
- Pourquoi un grand pignon à côté du petit ?

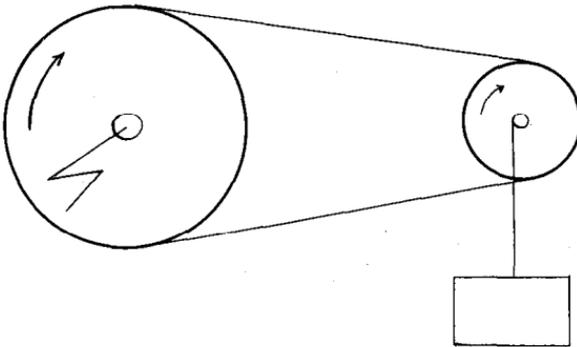
Nouveaux échanges ; ce qui se passe est évoqué, discuté avec les enfants.

c) REPRISE DES RECHERCHES AVEC LES MAQUETTES.

Le maître propose pour symboliser les forces résistantes à vaincre, en particulier dans les montées, de suspendre une masse marquée à l'un des axes de la maquette et de comparer l'effort à fournir sur la manivelle suivant l'axe choisi :



SITUATION 1



SITUATION 2

Conclusion des enfants après expérimentation.

« Quand la manivelle est sur la petite roue (situation 1) on fait beaucoup de tours mais sans peiner, pour faire monter le poids ; par contre avec la manivelle sur la grande roue (situation 2), il suffit de peu de tours pour le même résultat que dans (1), mais c'est plus difficile ».

Questions du maître.

Pour gravir une pente, vaut-il mieux se mettre dans la situation 1 ou 2 ? A chaque élève de répondre sur son cahier d'essais. Rapide évaluation des résultats par le maître circulant entre les rangs. Correction globale suivie d'une vérification avec les maquettes.

Autre question : Que proposez-vous pour pouvoir avancer facilement aussi bien en montée qu'en terrain plat ?

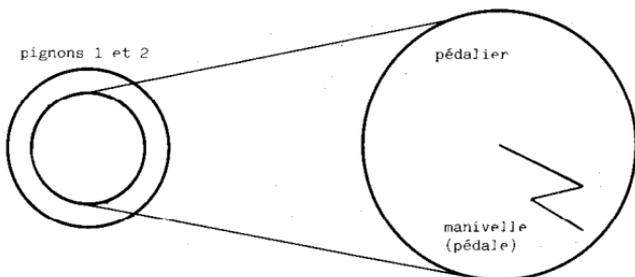
Les réponses :

- avoir deux bicyclettes, l'une pour le plat, l'autre pour la montée ;
- pouvoir intervertir selle et guidon, pédalier et pignon ;
- ...

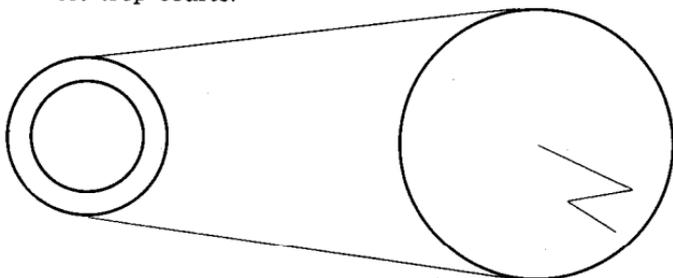
Assez vite les enfants déclarent que la présence de plusieurs pignons doit constituer la solution cherchée.

Retour à la recherche sur maquettes avec une consigne supplémentaire.

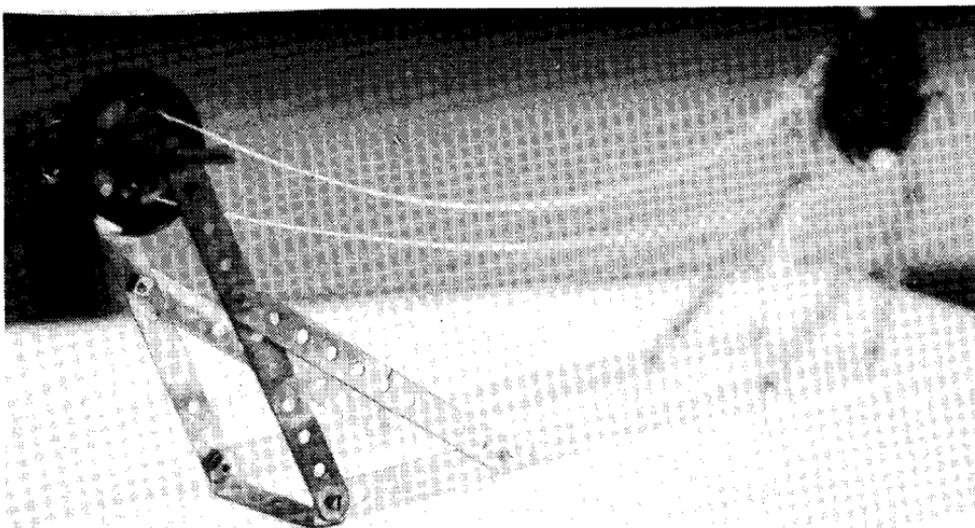
L'un des axes portera au moins 2 roues de diamètres différents dont l'une au choix sera reliée à la roue pédalier.



situation 1 : impossible de mettre la chaîne sur le grand pignon, elle est trop courte.



situation 2 : la « chaîne » peut aller sur le petit pignon mais elle est trop tendue.



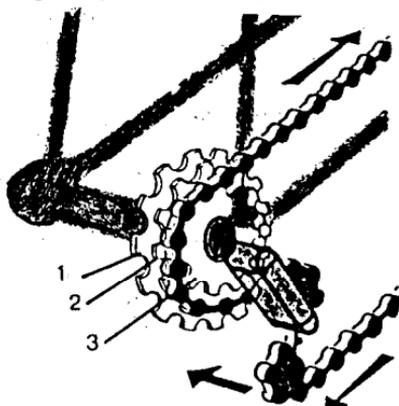
Un nouveau problème se précise vite.

Comment faire pour que la ficelle-chaîne reste tendue quel que soit le pignon utilisé ?

Pour maintenir cette ficelle tendue après changement de pignon, spontanément les enfants ont modulé sa tension avec leurs doigts ; mais ils restent perplexes, quel système pourrait-on ajouter à la maquette pour remplacer les doigts ?

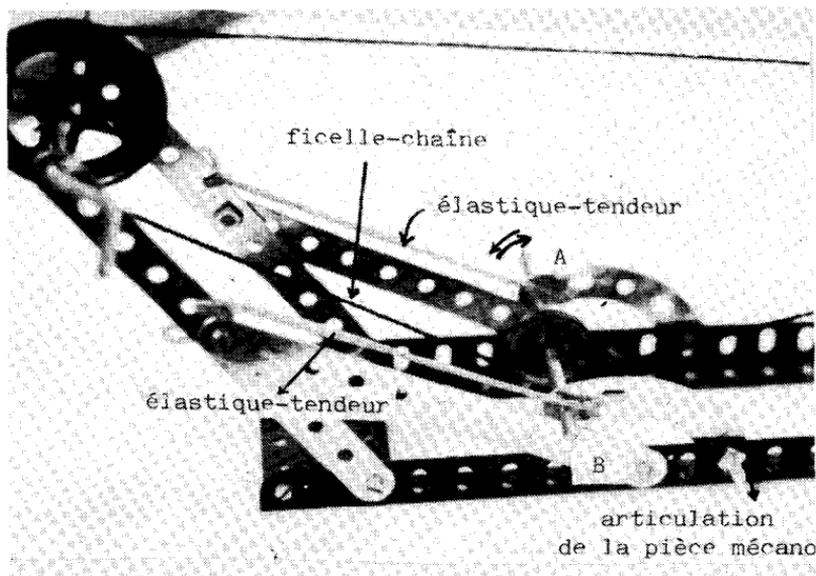
Retour à l'objet réel.

Une remanipulation et une observation plus fouillée du dérailleur leur fait découvrir un « élément » dont la position varie quand on change de vitesse, ce qui permet, et de changer de plan vertical (pédalier-pignon) c'est-à-dire de dérailler et de maintenir la chaîne tendue quel que soit le pignon utilisé.

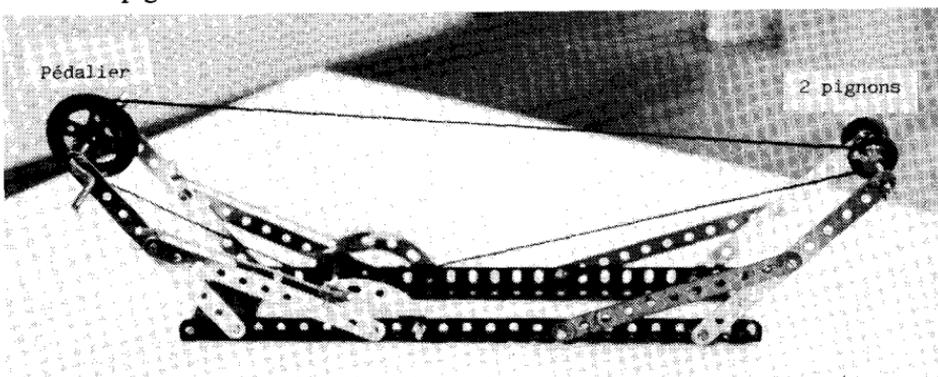


La chaîne va passer du petit pignon (3) au pignon moyen (2).

Les enfants proposent de rendre possible sur leurs maquettes le mouvement de va-et-vient observé à l'aide d'un élastique ou d'un ressort.



La ficelle-chaîne passe sur une petite roue intermédiaire dont l'axe AB parallèle aux deux autres axes est relié au bâti par une pièce mécano rigide pouvant tourner par rapport au bâti. Deux élastiques attachés par une extrémité au bâti rappellent la pièce mécano rigide en une position déterminée. Grâce à la présence de l'élastique, le va-et-vient de la roulette assure systématiquement la tension de la ficelle-chaîne à chaque changement de la roue-pignon.



Au cours de cette recherche (4 séquences d'une heure à une heure et demie) :

- les enfants ont modifié leurs représentations initiales ; oui, le dérailleur aide à aller plus vite mais permet aussi au cycliste de s'adapter aux conditions de parcours, de régler son effort dans des conditions optimales ;
 - le maître, plutôt que mesures et comparaison de développements, utilisation de la notion de braquet comme exemple concret de la proportionnalité (ce qui aurait pu aussi être fait), a préféré se limiter à l'étude d'un vrai problème physique ; les élèves ont été sensibilisés au principe physique général de conservation, ici « ce qu'on gagne en force, on le perd en développement, principe qui sera repris et approfondi par exemple en 3^e de Collège avec l'étude plus systématique et plus mathématique de transmission de puissance, notion de couple, calcul du couple d'entrée, du couple de sortie, etc. ;
 - en éveil Physique - Technologie, le rôle de la maquette est fondamental. Concevoir, réaliser, perfectionner une maquette a fourni aux enfants la réponse à un problème posé (à quoi sert le dérailleur d'une bicyclette, comment fonctionne-t-il ?), et ce faisant a contribué à l'organisation logique de leur pensée, comme au développement de leur imagination créatrice.
-